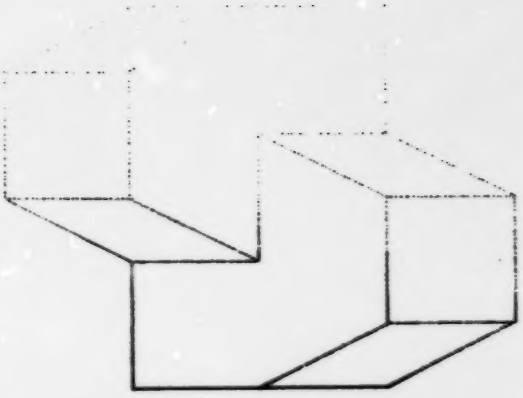
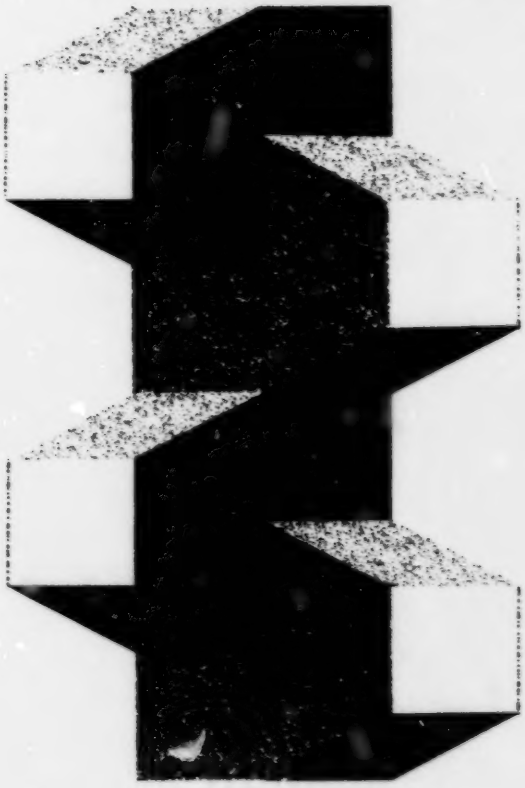
59 M



CENTRE DE RECHERCHES MINÉRALES



LA R&D ENERGETIQUE ET LE SECTEUR MINERAL

MEMOIRE PRESENTE
A LA COMMISSION ELUE PERMANENTE
DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES

MARS 1983

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie
et des Ressources

LA R&D ENERGETIQUE
ET LE SECTEUR MINERAL

MEMOIRE PRESENTE
A LA COMMISSION ELUE PERMANENTE
DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES

MARS 1983

AVANT-PROPOS

Le Centre de Recherches minérales (CRM) est une direction générale du secteur Mines du ministère de l'Energie et des Ressources.

Son mandat est d'effectuer, pour le compte de l'industrie minérale québécoise, des travaux d'assistance technique et de recherche, développement et démonstration (RD&D) dans tous les domaines susceptibles d'influencer la technicité et la rentabilité des entreprises. A ce titre donc il a effectué, au cours des dix dernières années, des centaines de projets destinés à répondre aux besoins de notre industrie minérale.

Le Centre de Recherches minérales, en tant qu'organisme au service de l'ensemble de l'industrie minérale québécoise, possède une connaissance intime des besoins de cette industrie.

Le but du présent mémoire est donc de faire un bilan sommaire des opportunités qu'offre l'industrie minérale dans le domaine de la conservation d'énergie, de la substitution de ses sources d'énergie traditionnelle et des changements technologiques y afférents. L'objectif recherché est de partager cette connaissance avec les autres intervenants à la présente session de la Commission élue permanente de l'énergie et des ressources.

RESUME

La valeur de la production minérale du Québec est importante et constitue une part significative de la valeur des exportations québécoises. Particulièrement au niveau de la fusion et de l'affinage des concentrés, la production minérale québécoise devient un important consommateur d'énergie (de l'ordre de 35 X 10^{12} BTU en 1978) qui offre de nombreuses opportunités d'économie d'énergie et de conversion.

Or, il s'y fait peu de travaux qui contribuent à l'économie d'énergie ou à la substitution de l'énergie traditionnelle par l'énergie électrique. Ces travaux devraient être amplifiés, mieux articulés et faire appel à des techniques nouvelles comme, par exemple, celle du plasma.

La petite et moyenne industrie minière ne pouvant pas défrayer le coût de travaux importants de recherche, il serait nécessaire qu'il y ait un mécanisme de transfert de la technologie qui permette à ces entreprises de bénéficier des récents développements technologiques.

Il semble qu'un programme de subvention des projets de recherche, développement et démonstration (RD&D) dans le domaine de l'économie d'énergie serait requis pour permettre à l'ensemble de l'industrie minérale québécoise, tout particulièrement les PME, de conduire des expériences et des démonstrations dans ce domaine.

TABLE DES MATIERES

	Page
AVANT-PROPOS	i
RESUME	ii
TABLE DES MATIERES	iii
INTRODUCTION	1
IMPORTANCE DE L'INDUSTRIE MINERALE	3
PROJETS REALISES ET EN COURS	7
POSSIBILITES DE RECHERCHE	10
CONCLUSION	16
RECOMMANDATIONS	18
BIBLIOGRAPHIE	19

INTRODUCTION

Le présent mémoire a pour but de faire un inventaire des besoins de recherche, soit pour favoriser l'économie d'énergie, soit pour favoriser la substitution des hydrocarbures liquides par une forme d'énergie plus économique ou plus facilement accessible à l'industrie minérale québécoise: il faut alors penser plus particulièrement à l'électricité et au gaz naturel.

Cet objectif général se veut une suite logique aux objectifs d'une politique québécoise de l'énergie, énoncés dans "Le Virage technologique" où on donne comme cible une augmentation de la part de l'électricité dans le bilan énergétique qui devrait augmenter d'année en année pour atteindre 34% en 1985, 40% en 1990 et 46% en 1995.

Chacun des secteurs de l'industrie du Québec doit, en conséquence, tendre à augmenter sa part de consommation d'électricité par rapport à sa consommation totale d'énergie; l'industrie minérale ne doit pas y échapper.

Dans un document intitulé: "Rôle du ministère de l'Energie et des Ressources en Recherche minérale", en date de février 1983, le Centre de Recherches minérales (CRM) fait état d'un besoin accru de recherche dans les domaines de l'hydrométallurgie et de la pyrométallurgie pour favoriser une

plus grande transformation des substances minérales. Il va sans dire que dans ce champ d'activité, la consommation d'énergie électrique sera fortement favorisée par rapport aux autres sources d'énergie.

Lors d'un récent colloque, tenu à Québec les 15 et 16 février 1983 sur la recherche dans le domaine minéral, les problèmes de coût d'énergie ont été mentionnés à plusieurs occasions et certains participants ont suggéré la création au Québec d'un groupe de recherche en électrométallurgie.

Le présent document ne veut pas être une énumération exhaustive de toutes les possibilités de recherche dans le domaine de l'économie ou de la substitution d'énergie dans le secteur minéral. Toutefois, ce document tentera de cerner l'importance de l'industrie minérale et de voir jusqu'à quel point c'est une industrie consommatrice d'énergie. On traitera ensuite de la R&D énergétique en fonction des ressources minérales, des projets réalisés et en cours pour fin d'économie ou de substitution d'énergie et, finalement, des possibilités de recherche dans le domaine.

IMPORTANCE DE L'INDUSTRIE MINERALE

L'industrie minérale québécoise constitue un apport important à l'activité industrielle du Québec. En 1980, la valeur des expéditions de minéraux se situait à près de 2,5 milliards $; en 1981 et 1982, la production a légèrement baissé à cause de la récession économique. Il n'en reste pas moins que le secteur minéral représente plus de 30% de la valeur de la production exportée au Québec.

Le Québec demeure un pourvoyeur important de substances minérales; par rapport à la production minérale canadienne, le Québec est le plus important producteur d'amiante, de niobium et de titane. Malgré la récession, le Québec est demeuré un important producteur de minerai de fer.

On considère généralement que l'industrie d'extraction est peu consommatrice d'énergie, environ 10% de la valeur de la production; toutefois, étant donné la valeur globale de la production et le taux de transformation (fonte et affinage), l'industrie minérale québécoise devient un élément important dans la consommation totale d'énergie au Québec. On voit, d'après le TABLEAU I (ci-après), la consommation totale d'énergie en 1968 et 1978 au niveau de l'extraction pour chacun de cinq produits miniers québécois. Le tableau indique également la répartition de cette consommation entre l'énergie électrique et l'énergie en provenance du pétrole. Pour la même période, la consommation d'énergie de l'industrie minérale représentait en moyenne 35% de l'énergie totale du secteur industriel.

TABLEAU I

SOURCES D'ENERGIE ET CONSOMMATION TOTALE
DE L'EXTRACTION DES SUBSTANCES MINERALES AU QUEBEC

		Pétrole	Electricité	Consommation totale 10^{12} BTU
Or	1968	20	80	0,7
	1978	25	75	0,7
Fer	1968	71	29	9,1
	1978	71	29	20,1
Cuivre	1968	37	60 (1)	2,6
	1978	40	60	2,5
Zinc	1968	37	63	0,7
	1978	42	58	0,7
Amiante	1968	69	29 (2)	6,3
	1978	74	26	8,2

(1) 3% de l'énergie utilisée provenait du gaz naturel.

(2) 2% de l'énergie provenait du charbon.

Source: M. Jean A. Guérin, Bulletin du CIM, vol. 75, p. 84, décembre 1982.

Si la consommation d'énergie au stade de l'extraction ne représente qu'environ 10% de la valeur de la production, au niveau de la transformation ou plus spécifiquement au niveau du smeltage, la consommation d'énergie devient beaucoup plus importante: par exemple, la consommation d'énergie pour la fonte et l'affinage du cuivre représenterait entre 20 et 25% des coûts directs d'opération, alors que dans le cas du zinc cette proportion serait de 30 à 35%.

R&D ENERGETIQUE EN FONCTION DES RESSOURCES MINERALES

Les petites exploitations minières n'ont pas facilement accès à des travaux importants de recherche sur l'économie ou la substitution d'énergie. En effet, ces petites entreprises minières n'ont généralement pas une durée d'exploitation assez longue pour qu'il leur soit justifiable d'affecter des sommes importantes à des travaux de recherche pour modifier leurs modes d'extraction.

La recherche qui se fait actuellement au Québec dans l'industrie minière se fait par des groupes miniers d'importance ou par des entreprises minières qui ne pourraient pas continuer d'exister sans amélioration de leur marge de profits ou de leur productivité: ce sont les exemples du Centre de Recherche Noranda et du Centre de Recherche de QIT-Fer et Titane Inc. En

plus, les quelques mines du groupe Falconbridge ont accès à des travaux de recherche exécutés hors Québec. On constate donc que la plupart des petites mines du Québec n'ont pas accès à des travaux de recherche, ne peuvent pas se payer de tels travaux qui pourraient leur permettre des économies de coût d'énergie et il n'existe pas de système de transfert de technologie qui pourrait permettre à de petits producteurs miniers de bénéficier de la technologie développée, par exemple, pour les exploitations plus importantes. On s'est rendu compte en consultant l'industrie minérale que cet état de choses provoque, de la part des petites entreprises minières, des récriminations qui ont trait aux coûts de l'énergie et au coût de son transport, qu'il s'agisse d'électricité ou de pétrole.

On se rend compte que le coût de l'énergie est un facteur important dans les coûts d'extraction et de transformation des minerais et que l'industrie minérale ne s'est pas encore adaptée aux changements que devraient lui faire subir les variations des prix des différentes formes d'énergie.

L'équipement minier, de façon générale, a été conçu en prenant pour acquis que l'énergie dérivée du pétrole était de l'énergie bon marché. Les conditions ont changé depuis et les producteurs miniers n'ont pas les équipements adéquats pour faire face à la crise énergétique que nous traversons et cette situation risque fort de durer.

Il nous est apparu, après consultation de divers organismes de recherche au Québec, qu'il se fait relativement peu de recherche pour substituer l'électricité ou le gaz naturel aux hydrocarbures liquides, ou encore simplement pour économiser de l'énergie dans l'industrie minérale.

Les sources d'énergie les plus évidentes, lorsqu'on pense remplacer les hydrocarbures liquides, sont l'électricité (plus particulièrement au Québec l'hydroélectricité) et le gaz naturel. L'énergie solaire et l'énergie éolienne sont négligées pour le moment pour des raisons évidentes de manque de développement. Lors du colloque de février dernier sur la recherche minérale, le Dr W. H. Gauvin du Centre de Recherche Noranda (CRN) a mentionné que son organisme, à au moins deux reprises, avait évalué la possibilité d'utiliser en particulier l'énergie solaire dans l'industrie minérale: on a chaque fois conclu que la quantité d'énergie qu'on pourrait en tirer était toujours trop faible à comparer aux investissements requis et que de toute façon la quantité d'énergie utile allait toujours être un très faible pourcentage de l'énergie totale consommée.

PROJETS REALISES ET EN COURS

Le Centre de Recherche Noranda a mis au point un procédé de smeltage continu qui est utilisé au smelter de Noranda. Dans ce procédé, on emploie de l'air enrichi: cette innovation a contribué à abaisser les coûts de smeltage du cuivre à cause, en particulier, de l'économie d'énergie.

Le procédé d'électrolyse de l'ilménite de la société QIT-Fer et Titane Inc. (producteur d'une fonte et d'une scorie de titane) a été développé en grande partie au Québec: il s'agit, évidemment, d'un procédé à consommation élevée d'énergie électrique. Le Centre de Recherche de cette société a travaillé à la récupération de la valeur calorifique des gaz d'échappement des fours de smeltage de l'usine. La chaleur de combustion du monoxyde de carbone récupéré pourrait être utilisée pour la calcination de dolomie et ce projet présenterait une très bonne rentabilité. La réalisation de ce projet est présentement retardée pour cause de marché, mais pourrait être reprise à plus ou moins court terme.

De même la biomasse et la tourbe énergétique, qui peuvent actuellement être considérées comme des sources potentielles d'énergie, nécessitent encore beaucoup de recherche et de développement. Le CRM n'a pas l'intention de s'impliquer directement dans ce domaine de recherche, puisque des organismes de recherche tels que le CRIQ et des groupes de chercheurs universitaires à Laval et Sherbrooke sont déjà impliqués dans ce champ d'activité.

Finalement, l'utilisation du gaz naturel a encore un potentiel très limité en ce qui a trait aux opérations minières parce que, sauf pour le cas de la ville de Noranda, les pipelines ne rejoignent pas les centres miniers.

Projets en cours

La possibilité au Québec de réunir des ressources autochtones d'électricité, de silice et de minerais de fer amène naturellement à penser que le Québec pourrait augmenter sa capacité de production de ferro-alliages, de silicium métal et de carbure de silicium.

Le Centre canadien de la Technologie des Minéraux et de l'Energie (CANMET) a déjà exécuté des travaux de recherche sur l'économie d'énergie. Un des projets intéressants auquel ce centre a contribué est celui de l'addition de charbon pulvérisé à l'huile qu'on utilise pour chauffer les fours de cuisson de boulettes de concentrés de fer. De plus, Canmet a récemment donné des travaux de recherche à contrat sur une période de trois ans pour un montant approximatif de 1,8 M$ dans le domaine de l'économie ou de la substitution d'énergie. Ces projets ont trait à:

- la diminution des coûts de l'énergie nécessaire au broyage des minéraux industriels;
- le remplacement du ciment par un matériau moins énergivore;

- l'évaluation des caractéristiques de combustion des alcools et des combustibles traditionnels;
- le développement de systèmes de contrôle pour optimiser l'efficacité des séchoirs.

A l'Université Laval, le Groupe de recherche en automatisation appliquée à l'industrie minérale (GRAAIM) fait, en association avec le CRM, des travaux de recherche sur l'optimisation de divers paramètres du broyage, ce qui devrait permettre d'en augmenter l'efficacité pour un même taux de libération. On a déjà expérimenté une économie d'énergie de 10% et on croit qu'il est possible, uniquement par optimisation des conditions de broyage, d'économiser encore davantage. Si on considère qu'au niveau de la valorisation des minerais le broyage peut représenter jusqu'à 50% de la consommation d'énergie, une telle économie peut devenir très importante sur la rentabilité d'une entreprise minière

POSSIBILITES DE RECHERCHE

Au niveau de l'exploitation souterraine une des seules possibilités, lorsqu'elle existe, est la substitution du moteur diesel par le moteur électrique. A cause des problèmes de ventilation, le moteur diesel ne peut

être remplacé par le moteur à gaz (comprimé ou liquifié) mais le remplacement du diesel par l'électricité diminuerait de beaucoup les besoins en ventilation et, conséquemment, en chauffage de l'air durant la saison froide. Ce domaine n'est pas nouveau, l'équipement électrique existe et peut être substitué à l'équipement diesel. Il y aurait toutefois, lieu d'envisager la possibilité d'améliorer l'équipement existant ou de développer de nouvelles pièces d'équipement mieux adaptées aux besoins du Québec et du Canada. Cette solution aurait pour avantage de développer chez nous de l'équipement qui pourrait être fabriqué sur place et même exporté.

Dans les mines souterraines, on pourrait étudier le chauffage de l'air de ventilation pour déterminer le mode le plus économique de chauffage de l'air et la possibilité de récupération de chaleur.

Dans l'exploitation des mines à ciel ouvert, il y aurait lieu d'envisager l'économie du transport du minerai et de la ganque. Il faudrait étudier la rentabilité du transport, par camion diesel, par camion diesel assisté de l'électricité au moyen d'un trolley, par camion au gaz comprimé ou liquifié. On pourrait envisager la substitution partielle du camion par le convoyeur à bande ou à godets.

On doit se rappeler que dès 1970, la Compagnie minière Québec Cartier a équipé une flotte de camions diesel de trolleys, ce qui permettait

aux camions de se brancher à une ligne de courant direct de 820 volts. Cette technique a permis d'accélérer la montée des camions par un facteur d'environ 3 et d'économiser des quantités considérables de carburant. A l'époque, on a estimé la rentabilité à environ 25% de retour sur l'investissement. Le système a été abandonné par la compagnie lorsque le gisement du Lac Jeannine a été épuisé. La même société envisage recourir de nouveau à cette technique au moment opportun pour l'exploitation du gisement du Mont Wright.

Une autre société minière avait envisagé une solution identique mais n'a pas obtenu le même succès. Cet échec partiel nous laisse entendre que le système nécessiterait encore du développement et de l'optimisation. C'est d'ailleurs pour de telles applications qu'il serait essentiel de constituer un groupe de transfert de technologie.

Au stade de la valorisation des minerais, il n'est généralement pas question de substitution d'énergie parce que l'énergie utilisée est presque totalement de l'énergie électrique. Quant à l'économie d'énergie, on sait que par optimisation du broyage et de la classification, comme déjà mentionné, on peut économiser jusqu'à 15% de l'énergie. Quant à la concentration des minerais proprement dite, il faudrait faire une étude bénéfice-coût pour déterminer s'il y aurait avantage, au point de vue de l'économie d'énergie, à remplacer les cellules usuelles de flottation par des cellules de plus grandes dimensions par exemple, des cellules de type Maxwell ou encore par des colonnes de flottation comme certains le prétendent.

Dans l'industrie du minerai de fer, une partie importante de l'énergie est consommée au stade de la cuisson des boulettes. Actuellement, la seule source d'énergie utilisable à cette fin est le mazout. Sidbec-Normines, à Port Cartier, a substitué une partie du combustible en incorporant du coke au concentré au stade du broyage. Cette substitution a compensé pour environ le tiers de la consommation d'huile en ajoutant au concentré en moyenne 0,85% de coke. Cette addition représenterait une économie d'environ 0,75$ par tonne de boulettes (ou environ 6 à 8% du coût du bouletage). Il y aurait sans doute lieu que les autres producteurs envisagent l'utilisation de ce procédé.

Le Centre de Recherches minérales (CRM) a mis au point en laboratoire et en usine-pilote, un procédé de bouletage de concentré de fer en utilisant la tourbe comme agent liant. Ce système de bouletage présente plusieurs avantages quant aux diverses propriétés des boulettes et présente en plus l'avantage d'incorporer un matériau combustible dont la chaleur de combustion peut contribuer à réduire quelque peu les besoins énergétiques nécessaires à la cuisson des boulettes. Plusieurs producteurs de boulettes s'y intéressent; un essai industriel d'envergure est prévu.

Le Québec étant un important producteur d'électricité pourrait tirer parti de cet avantage dans le développement du plasma. On peut en effet présentement entrevoir, dans le développement du plasma, une possibilité de substitution de différentes sources d'énergie par l'électricité.

Le plasma ou plus spécifiquement la torche au plasma, constitue une source de chaleur à haute température et propre en ce qu'elle ne génère pas de gaz de combustion. Les principales utilisations que l'on peut entrevoir pour une telle source de chaleur sont: la possibilité de générer la chaleur voulue pour effectuer la cuisson des boulettes dans l'industrie du minerai de fer; le chauffage de fours pour la fusion et la réduction des métaux et peut-être même le chauffage de l'air nécessaire à la ventilation des mines souterraines. La production de produits semi-finis d'acier (brames et billettes), à partir de concentrés de fer non bouletés, par un procédé utilisant le plasma, serait particulièrement intéressante dans la région de Port Cartier - Sept-Iles où on retrouve à la fois le minerai de fer et l'hydroélectricité.

Le plasma est un mode d'utilisation d'énergie pour le futur mais le développement est déjà assez avancé, puisque dans certains pays il est utilisé industriellement; en particulier en Allemagne de l'Est on s'en sert pour fusionner l'acier de rebut. En Afrique du Sud on a fait des essais de production de ferrochrome en utilisant le plasma. La Compagnie Westinghouse a déjà développé une torche au plasma et souhaiterait continuer son développement et l'appliquer à la cuisson des boulettes de concentré de fer.

Des centres de recherche tels ceux de l'IREQ et de Noranda ont déjà développé une certaine expertise dans le domaine du plasma. Il est

opportun qu'il se forme au Québec un noyau important de chercheurs, à même les institutions existantes, qui vise à mettre en application là ou c'est possible dans l'industrie minérale, cette technique nouvellement développée.

Finalement, étant donné la présence au Québec d'importantes firmes de génie-conseil, il ne faut pas négliger le potentiel de transfert et d'application de technologies nouvelles dans le domaine de l'énergie que peuvent représenter ces firmes.

CONCLUSION

Dans le domaine de l'économie et de la substitution de diverses formes d'énergie, il y a déjà eu au Québec certains résultats obtenus de façon ponctuelle. Ce mémoire démontre que le Québec est particulièrement bien doté, en infrastructures de recherche pour poursuivre et accélérer les travaux déjà amorcés.

Il devient maintenant essentiel que des efforts portent de façon particulière sur des mécanismes de transfert de technologie.

Il est également important de financer l'exécution de travaux qui permettront d'effectuer des démonstrations de faisabilité; ces travaux peuvent simultanément servir à optimiser une technologie nouvelle. On pense, en particulier, à de nouveaux usages de la torche au plasma.

Les besoins de recherche semblent de mieux en mieux identifiés, les organismes de recherche sont existants, identifiés et généralement pourvus de moyens. Il faut cependant être conscient que rien de bien valable et de productif ne peut se faire sans un minimum de concertation entre ces divers organismes.

De plus, en raison de la conjoncture économique internationale qui frappe de façon particulièrement dure l'industrie minérale du Québec, ces nouvelles technologies ne pourront être développées et mises à l'essai sans l'apport d'un programme d'assistance gouvernementale, sous une forme ou sous une autre.

RECOMMANDATIONS

- Que l'on forme au Québec un groupe de chercheurs en électrométallurgie. Ce noyau de chercheurs serait constitué des chercheurs déjà impliqués en électrométallurgie dans des centres de recherche tels que: le Centre de Recherche Noranda, l'Institut de Génie des Matériaux, l'IREQ et les centres universitaires. Le Centre de Recherches minérales (CRM) du ministère de l'Energie et des Ressources pourrait agir, en ce qui a trait aux applications dans l'industrie minérale, comme agent de concertation et pourrait, dans la mesure de ses moyens, contribuer aux travaux à l'aide de ses spécialistes en métallurgie extractive.

- Que le Québec se dote de moyens pour exécuter le transfert de technologie en utilisant les spécialistes de l'IREQ, les firmes de génie-conseil et les services du secteur Mines du ministère de l'Energie et des Ressources.

- Que le Québec subventionne l'ensemble de l'industrie minérale, tout particulièrement la petite industrie, pour lui permettre de tirer parti des innovations dans le domaine de l'économie ou de la substitution de l'énergie; ces subventions auraient pour effet de rendre compétitifs les producteurs miniers québécois.

BIBLIOGRAPHIE

- LA CONSOMMATION ENERGETIQUE DU SECTEUR MINIER QUEBECOIS ET SES IMPLICATIONS SUR LA POLITIQUE ENERGETIQUE.

Groupe de Recherche en Economie de l'Energie, Université Laval, 1979.

- LA POLITIQUE MINERALE - DOCUMENT DE TRAVAIL.

Energie, Mines et Ressources du Canada, 1981.

- LE ROLE DE L'ENERGIE DANS LE DEVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE MINIERE: LE CAS DU QUEBEC.

Guérin, Jean A., Bulletin du CIM, vol. 75, pp. 84-92, 1982.

- LE VIRAGE TECHNOLOGIQUE, BATIR LE QUEBEC - PHASE 2.

Gouvernement du Québec, 1982.

- ROLE DU MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES EN RECHERCHE MINERALE.

Février 1983.